Vergleichende Untersuchungen der Radioisotopennephrographie mit ^{113m}In-Fe-EDTA und ^{131}J-Orthohippursäure beim Nierengesunden und Nierenkranken

Ellen Jahnke

1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546017_0005

AUS KLINIK UND POLIKLINIK FÜR RADIOLOGIE
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. Jürgen Lissner

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN DER RADIOISOTOPENNEPHROGRAPHIE MIT ^{113m}In-Fe-EDTA UND ^{131}J-Orthohippursäure BEIM NIERENGESUNDEN UND NIERENKRANKEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ellen Jahnke
aus Fürstenfeldbruck

München 1971

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. K.W. Frey
Mitberichterstatter:	Prof. Dr.H. v. Braunbehrens
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 12. 10. 1971

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. EINLEITUNG	1
I. Einführung: Grundlagen der Radioisotopennephrographie	1
1. Prinzip der Radioisotopennephrographie (RIN)	1
2. Das normale RIN	2
3. Klinische Bedeutung des pathologischen RIN	3
II. Problemstellung der eigenen Untersuchungen .	4
III. Literaturübersicht	5
B. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	7
I. Methode	7
1. Untersuchungsgerät	7
2. Markierung und injizierte Aktivität	7
3. Untersuchungsgang	9
a. Hydrierung	9
b. Lage des Patienten	9
c. Impulsschreibbereich	10
4. Auswertung der Kurven	11
a. Jod-131-Hippurankurve	11
b. Indium-113m-Fe-EDTA-Kurve	12

Seite

II. Ergebnisse 13

1. Auswertung der ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurven 13

2. Gliederung des Untersuchungsgutes 14

3. Einzelwerte

(Ergebnisvergleich der Radioisotopennephrographie mit tubulär sezernierten (Jod-131-Hippuran) und glomerulär filtrierten (Indium-113m-Fe-EDTA) Radiopharmaka) 15

4. Die Kurventypen der ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrographie 40

5. Mittelwertstatistik (mit einfacher Standardabweichung) der Normalwerte der Indium-113m-EDTA-Kurve 42

6. Fallbesprechungen aus dem Untersuchungsmaterial, B 45

7. Diskussion

(Indium-113m-Fe-EDTA-Nephrogramm im Vergleich zum Jod-131-Hippurannephrogramm) ... 52

8. Schlußfolgerungen 56

Literaturverzeichnis 58

A. EINLEITUNG

1. Einführung: Grundlagen der Radioisotopennephrographie

In der Funktionsdiagnostik der Niere hat sich in den letzten 15 Jahren eine neue Perspektive ergeben. Alle konventionellen Untersuchungsverfahren, wie Urinanalyse, Bestimmung der chemischen Blutzusammensetzung (Phenolrot-, Indigokarminausscheidung), Clearanceverfahren, lassen nur eine Beurteilung der Gesamtfunktion beider Nieren zu.

Mit der Radioisotopennephrographie, die erstmals von KIMBEL (1955/56) beschrieben, durch TAPLIN (1956) experimentell begründet und von WINTER (1956) sowie zum WINKEL (1964) in die Klinik eingeführt wurde, steht nunmehr eine seitengetrennt determinierende Funktionsmethode zur Verfügung.

1. Prinzip der Radioisotopennephrographie (RIN)

Nach intravenöser Injektion einer nierenpflichtigen, radioaktiv markierten Substanz wird durch außen, über beiden Nierenregionen aufgesetzten Szintillationszähler eines Dualmeßstandes, über 20 bis 30 Minuten die Gammastrahlenemission des Radioindikators durch ein angekoppeltes Schreibwerk als Zeit-Aktivitätskurve aufgezeichnet. Bisher wurden verschiedene mit Radiojod markierte nierenaffine Verbindungen getestet:

a) ^{131}J-Diodrast wird von den Nieren zwar intensiv konzentriert und rasch abgegeben, hat aber den Nachteil einer simultanen Lebergängigkeit, so daß die intrahepatische Aktivitätsüberlagerung die Nephrogrammkurve der rechten Nierenregion verfälscht.

b) ^{131}J-Hypaque wird zwar nicht von der Leber angereichert, dafür aber langsamer ausgeschieden.

c) ^{131}J-Hippuran: 1960 publizierten TUBIS und NORDYKE ihre ersten Erfahrungen: die Nieren scheiden radioaktives Hippuran ebenso rasch aus wie p-Aminohippursäure (PAH) und zwar 80 % durch proximal tubuläre Sekretion und 20 % durch glomeruläre Filtration; eine Leberanreicherung findet nicht statt. Somit war mit ^{131}J-Hippuran eine Substanz gefunden, durch die die Radioisotopennephrographie als Routineuntersuchung in die Klinik eingeführt werden konnte. (9, 12)

2. Das normale RIN

besteht aus einer dreiphasigen Kurve: Durchblutungsphase (= Initialphase) --- wenige Sekunden nach Injektion steiler Aktivitätsanstieg, hervorgerufen durch den intravasalen Antransport des radioaktiven Stoffes in der Nierenregion; Sekretionsphase --- in den folgenden 3 bis 6 Minuten eine zusätzliche Aktivitätsanreicherung durch aktive renale Substanzausscheidung; Eliminationsphase (= Entleerungsphase) --- Aktivitätsabfall der dem Abtransport der Radioaktivität über die Ureteren in die Blase entspricht.

Alle drei Phasen stehen in einem "Kinetischen Gleichgewicht", d.h. sie sind nicht scharf voneinander trennbar, sondern die Kurvenknicke deuten lediglich das relative Überwiegen des der folgenden Phase zugrundeliegenden Funktionsvorganges an. (28)

3. Klinische Bedeutung des pathologischen RIN

Die klinische Interpretation der Radioisotopennephrographie hat aufgrund der routinemäßigen Anwendung große Fortschritte gemacht. Pathologische Abweichungen in den drei charakteristischen Phasen des Isotopennephrogramms wurden erfahrungsgemäß bestimmten Funktionsstörungen zugeordnet. (13, 14, 15)

Man fand drei grundlegende pathologische Kurventypen:

a) Der sog. Nephrektomietyp zeigt nach, meist erheblich reduziertem Initialanstieg, einen blutparallelen Aktivitätsabfall. (Vorkommen: Zustand nach Nephrektomie, Nierenaplasie, bei komplettem Funktionsausfall)

b) Der sog. Isosthenurietyp weist nach dem Initialanstieg nur einen flachen, nahezu horizontalen Aktivitätsabfall auf; es fehlt der Exkretionsschenkel. (Vorkommen: chronisch obstruktive Uropathien, wie hydronephrotischer Schrumpfniere, Tumorkompression des Ureters, aber auch bei azotämischen Niereninsuffizienzen verschiedener Genese)

c) Der sog. Stauungstyp mit meist steilem sekretorischem Aktivitätsanstieg und kontinuierlicher Substanzanreicherung ohne erkennbare Elimination über 30 Minuten. (Vorkommen: bei akutem Abflußhindernis (Stein) aber auch auf rein funktionell-spastischer Basis sowie bei positivem Harnreflux)

Zwischen diesen Grundformen wurden verschiedene Übergangsformen beobachtet, welche in Grenzfällen die Interpretation erschweren. (28)

Bald wurde die ursprünglich rein qualitative Beurteilung der Nierenfunktion durch die verfeinerte "Semiquantitative" Interpretation abgelöst. Es wurden Parameter erstellt, um die Methode zu standardisieren, um die von verschiedenen Untersuchern erzielten Befunde miteinander vergleichen zu können. (11, 15)

Diese Objektivierung der Isotopennephrographie darf nicht mit einer quantitativen Analyse identifiziert werden. Der Großteil

der Untersucher und Autoren (3, 6, 8, 10) vertritt die Auffassung, daß unter den augenblicklichen Bedingungen eine quantitative Interpretation der Isotopennephrographie nicht möglich ist.

Für die praktische Kurvenauswertung in der Klinik gilt, daß der isotopennephrographische Befund immer unter synoptischer Berücksichtung aller anamnestischen, klinischen und radiologischen Untersuchungsbefunde analysiert werden muß.

II. Problemstellung der eigenen Untersuchungen

Da das Nephrogramm mit ^{131}J-Hippuran überwiegend die tubuläre Sekretion erfaßt, lag es nahe, nach radioaktiv markierten Substanzen zu suchen, mit denen die glomeruläre Partialfunktion wiedergegeben werden kann. Entsprechende Bemühungen werden eingeleitet mit ^{14}C-Inulin und ^{131}J-Inulin.

Schon seit Jahren steht radioaktiv markierte Äthylendiamintetraessigsäure (EDTA) bzw. Diäthylentriaminpentaessigsäure (DTPA) im Blickpunkt der entsprechenden Forschungen. Beide Substanzen wurden eingehend auf ihre glomeruläre Verarbeitung in der Niere untersucht.

Meine Untersuchungen an 60 Patienten (20 Nierengesunden und 40 Nierenkranken) wurden mit ^{113m}In-Fe-EDTA durchgeführt. Ich habe bei jedem Patienten jeweils ein ^{113m}In-Fe-EDTA- und ein O^{131}JH-Nephrogramm geschrieben und beide Kurven vergleichend gegenübergestellt, um die zusätzliche Information, die ein überwiegend glomerulär filtriertes Radiopharmakon in der Nierendiagnostik geben kann, herauszustellen.

Ziel der Aufgabe war die Erstellung von Normparametern bei Nierengesunden und die Aufzeichnung der Abweichungen bei verschiedenen Nephropathien. Außerdem sollte der Vergleich mit der ^{131}Jod-Hippurankurve Übereinstimmungen und Abweichungen beider Nephrogrammtypen in Korrelation zu gewissen Krankheitsbildern aufzeigen.

III. Literaturübersicht

Das Interesse der meisten Autoren galt der Verarbeitung von EDTA bzw. DTPA in der Niere.

HEATH et al. (20) und AURELL (21) fanden beim Vergleich der ^{51}Cr-EDTA-clearance mit der Inulinclearance eine funktionelle Diskrepanz. Daraus wurde auf die Möglichkeit einer gleichzeitigen tubulären Sekretion oder einer Komplexbindung an Plasmaproteine geschlossen.

FORLAND und Pullman (17) haben dagegen gezeigt, daß tubulusblokkierende Substanzen wie Benemid die Filtrationsfraktion unbeeinflußt lassen. Auch GARNETT und Parsons (22) führten experimentelle Vergleiche zwischen ^{51}Cr-EDTA- und Inulinclearance durch, indem sie die endogene 24 Std.-cearance der ^{51}Cr-EDTA-clearance gegenüberstellten. Sie fanden eine Standardabweichung von r = 0,995. Der Vergleich von Einzeitclearance des ^{51}Cr-EDTA (nach einmaliger Injektion) mit der endogenen 24 Std.-clearance ergab einen Korrelationskoeffizienten von r = 0,948. Die Autoren fanden also eine deutliche Beziehung zwischen endogener Inulinclearance und ^{51}Cr-EDTA-clearance:

$$\text{Inulinclearance (ml/min)} = 1{,}075 \times {}^{51}\text{Cr-EDTA-clearance (ml/min)} - 3{,}06;$$

REBA et al. (23) verglich die ^{14}C-Inulin-clearance mit der ^{113m}In-DTPA-clearance und erhielt nur sehr geringe Abweichungen. Aufgrund dieser Ergebnisse wird heute allgemein davon ausgegangen, daß radioaktiv markiertes EDTA bzw. DTPA überwiegend glomerulär ausgeschieden wird. (19, 22, 23, 24)

Bisherige Untersuchungen über die klinische Aussagekraft glomerulär filtrierter Radiopharmaka beziehen sich meist auf den Vergleich der Isotopenclearance mit der inaktiven Inulinclearance.

DECKART und Herzmann (24) haben einen Vergleich ^{58}Co-EDTA-nephrogrammen mit ^{131}J-Diatrizoat- bzw. ^{131}J-Inulin-nephrogrammen vor-

genommen. Außerdem stellten sie das ^{131}J-Hippurannephrogramm, als Indikator der tubulären Partialfunktion, der ^{58}Co-EDTA-Kurve, als Indikator der glomerulären Partialfunktion gegenüber und fanden interessante Übereinstimmungen mit den klinischen Befunden (s.S. 51). Einige Autoren setzten ^{113m}In-EDTA oder ^{113m}In-DTPA auch in der Nierenszintigraphie ein, weil das kurzlebige Radiopharmakon eine relativ geringe Strahlenbelastung für den Patienten bedeutet. Das Problem der Nierenszintigraphie mit radioaktiv markierten EDTA bzw. DTPA liegt in der raschen Ausscheidung des Radiopharmakons. Es sind deshalb sog. Schnellscanner bzw. Szintillationskameras vonnöten, die aber in unserer nuklear-medizinischen Abteilung noch nicht verfügbar sind.

Ich verweise auf entsprechende Arbeiten, vorallem von G. HÖR und Haubold sowie von PAL, I. und DECKART, H. (34, 33, 35)

Radioaktiv markierte, glomerulär filtrierte Chelate in der Nierendiagnostik

Radionuklid	Chelat	Methode	Autor
^{51}Cr	EDTA	RIN	Winter, C.C. 1962 (18)
^{115}In	EDTA	Szintigraphie	Pal, J. 1967 (33)
^{113m}In	DTPA	RIN, Clear., Szintigraphie	Reba et al 1968 (23)
^{113m}In	EDTA	Szintigraphie	Hör, G. Haubold, U. 1968 (34)
^{58}Co	EDTA	RIN	Deckart, H. 1968 (24)
^{51}Cr	DTPA	RIN, Clear.	Deckart, H. 1968 (35)

B. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Methode

1. Untersuchungsgerät

Für die Nephrogramme habe ich einen Picker Dualmeßstand verwendet. Er besteht aus zwei getrennten, gleichen Meßkanälen. Diese setzen sich zusammen aus

einem Szintillationszähler: Natrium-Jodid-Kristall mit Thalium aktiviert; Durchmesser des Kristalls 2 Zoll (5 cm) und einem Rate-meter (Registriereinheit), das an einen Schreiber angeschlossen ist. Die Vorschubgeschwindigkeit wurde mit 12 inc pro Stunde (30 cm/Std.) gewählt.

Die beiden Kristalle befinden sich in zylindrischen Metallgehäusen, den Kollimatoren, und werden unter die Nieren geschoben. Die Kollimatorenöffnung beträgt 8,5 cm im Durchmesser.

Es werden die Impulsraten pro Zeiteinheit über beiden Nieren getrennt gemessen und durch das Schreibgerät als Zeit-Radioaktivitätskurve auf Papier gebracht.

2. Markierung und injizierte Aktivität

Das Element Indium hat die Ordnungszahl 49 und gehört in die 3. Hauptgruppe des periodischen Systems. Es ist ein silberweißes und sehr weiches Metall. In der Natur kommen die Isotope ^{115}Indium und ^{113}Indium vor.

^{113m}Indium ist radioaktiv und sendet eine reine 393 KeV-gamma-Strahlung aus. Seine Halbwertszeit beträgt 1,66 Stunden. Es zerfällt in das stabile ^{113}Indium.

In der Nuclearmedizin wird ^{113m}Indium als Tochterelement aus Generatoren gewonnen. Mutterisotop ist ^{113}Zinn mit einer Halbwerts-

zweit von 115 Tagen. In unserer Klinik steht ein Sn-113-In-113m-Generator zur Verfügung, der je nach Alter und Ausgangsaktivität zwischen 0 und 10 mCi liefern kann. Im Generator befindet sich eine Austauschersäule (Zirkonoxid und Silicagel), an die ^{113}Sn gebunden ist. Das Tochterisotop ^{113m}Indium wird mit ca. 0,05 n Salzsäure eluiert. Wegen der raschen Aufsättigungszeit des Generatorsystems kann der Generator mehrmals am Tage eluiert werden.

Das aus dem Generator abtropfende Eluat entspricht ungefähr 0,05 normaler Salzsäure und hat einen pH von 1,4 - 1,6. Um i.v. zu injizieren, muß also ein Puffer zugegeben werden, der den pH auf 7,0 - 7,5 einstellt. Für meine ^{113m}Indium-Fe-EDTA-Nephrogramme habe ich die von STERN und Mitarbeitern angegebene Lösung verwendet; sie wird dem Eluat (8 ml) zugegeben.

Die zu injizierende Substanz hat folgende Zusammensetzung:

8 ml Eluat (^{113m}In-Cl, pH 1,4 - 1,6)
\+ Fe III, 200 gamma in 0,2 ml in 0,05 n HCl
\+ EDTA, 1,6 mg in 1 ml H_2O
\+ Pufferlösung (NaOH, 0,5 n, ca. 3 ml)

(+ werden von "Mallinckrodt" als fertige Lösungen geliefert)

EDTA = Äthylendiamintetraessigsäure ist die Substanz, die nach Auffassung des überwiegenden Teiles der Autoren von der Niere vorwiegend glomerulär filtriert wird, d.h. an diese Verbindung muß sich das radioaktive Indium komplexartig (das soll durch $FeCl_3$ gefördert werden) anlagern, um einen Indikator für die glomeruläre Partialfunktion darzustellen.

Die injizierte Aktivitätsmenge konnte ich bei meinen Untersuchungen leider nicht konstant halten. Ich habe versucht die Strahlenbelastung für Patienten und Personal so gering wie möglich zu halten und deshalb nur einen Bruchteil (nach meinen Erfahrungen lieferten 1 - 2 ml optimale Kurven) des Eluats verwendet. Die Aktivität dieses Bruchteils ist vom Zeitpunkt des Eluierens abhängig. Der Generator liefert die Gesamtaktivität, wenn er ca. 3,2 Std. nicht eluiert wurde. Nach ca. 1,6 Std. liefert er die Hälfte der Gesamt-

aktivität usw. D.h. eine genaue Berechnung der zu injizierenden Aktivität wäre nur dann möglich, wenn sich die Untersuchungszeiten der Patienten mit der genauen Halbwertszeit bzw. halben Halbwertszeit koordinieren ließen. Dies war in der Praxis nicht der Fall, so daß die zu injizierende Aktivität (0,5 - 1,5 mCi) nur angenähert ausgerechnet werden konnte. Für die Auswertung der Kurven ist die Inkonstanz der Aktivitätsmengen ohne Bedeutung, da es sich ja um Relativmessungen handelt.

3. Untersuchungsgang

a. Hydrierung

Die Hydrierung wurde bei allen Patienten konstant vorgenommen. Jeder Patient trank bis 10 Minuten vor Untersuchungsbeginn einen halben Liter Flüssigkeit. Dann wurde 0,2 mikro-Curie pro Kilogramm Körpergewicht injiziert und die Sekretionskurve über 20 Minuten geschrieben. Gleich anschließend erfolgte die Injektion von ^{113m}In-Fe-EDTA, so daß die Zeit zwischen Hydrierung und Beginn der Filtrationskurve ca. 30 Minuten betrug.

b. Lage der Patienten

Der Patient legt sich auf eine spezielle Liege in Rückenlage. An Hand von Röntgenbildern werden die Kollimatoren genau senkrecht über seine Nieren geschoben. Für ein aussagekräftiges Nephrogramm ist es wichtig, daß sich die Kollimatoren optimal über beiden Nieren befinden; das kann nur mit Hilfe von Röntgenbildern oder durch Vorgabe von 5 mikro-Curie ^{197}Hg-Chlormerodoin erreicht werden.

Der Patient sollte so bequem wie möglich liegen, damit er ein und dieselbe Lage während beider Kurvenaufzeichnungen beibehalten kann. Dadurch lassen sich die ^{131}-Jod-Hippuran-

und ^{113m}Indium-Fe-EDTA-Kurven eines Patienten besser vergleichen.

c. Impulsschreibbereich für O^{131}JH

Die Sekretionskurve wird mit 0,2 mikro-Curie pro Kilogramm Körpergewicht ^{131}Jod-Hippuran geschrieben. Bei normal gewichtigen Menschen injiziert man also rund 15 mikro-Curie ^{131}Jod-Hippuran und schreibt im Meßbereich 10 K x 1. Die Zeitkonstante wählt man am günstigsten mit 3,0 sec.

Es empfiehlt sich bei jeder Kurvenaufzeichnung das Magnetband einzuschalten. Dieses hält, unabhängig vom eingestellten Impulsschreibbereich, den Aktivitätsverlauf über beiden Nieren fest und kann später beliebig oft abgespielt werden. Dies wird dann wichtig, wenn die Originalkurve durch eine falsche Wahl des Impulsschreibbereiches verzerrt oder unauswertbar ausgefallen ist. In diesem Fall verbindet man das Magnetband mit dem Schreibgerät, stellt den optimalen Meßbereich ein und erhält eine der Originalkurve entsprechende Aktivitätsaufzeichnung.

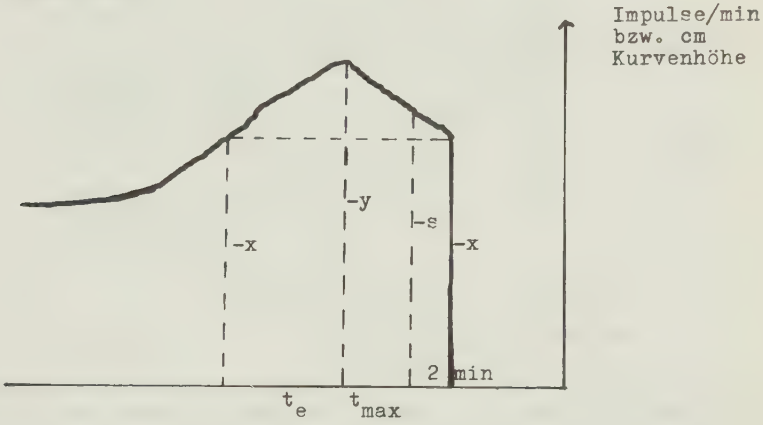
für ^{113m}In-Fe-EDTA

Wie auf Seite 9 erwähnt, läßt sich die Aktivitätsmenge des ^{113m}Indium nicht konstant halten. Demzufolge wechselt der Impulsschreibbereich von 30K x 1, über 100K x 1(2), 300K x 1(2) bis 1 MK x 2. Jede Kurve wird praktisch in einem anderen Impulsbereich geschrieben, ein Nachteil für den Vergleich verschiedener Filtrationskurven, aber ohne Bedeutung für die aus den Kurven ermittelten Relativparameter. Bei der Aufzeichnung der ^{113m}In-Fe-EDTA-nephrogramme ist es unerläßlich, das Magnetband einzuschalten. Denn der Impulsschreibbereich läßt sich aufgrund der inkonstanten und nur abschätzbaren Aktivitätsmengen auch nur angenähert bestimmen.

4. Auswertung der Kurven

a. Die Jod-131-Hippurankurve

Ich habe die Sekretionskurven mit ^{131}Jod-Hippuran nach der semiquantitativen Methode von zum WINKEL (13) und KRUEGER et al (11) ausgewertet.



x = Initialaktivität (cm Kurvenhöhe)

y = Maximalaktivität (cm Kurvenhöhe)

s = Aktivität nach 2 Minuten (cm Kurvenhöhe)

sw = $\frac{s}{x}$ Sekretionswert (nach zum WINKEL 1964)

z = $\frac{y - x}{x}$ 100 % Totalkonzentration (nach KRUEGER et al 1961)

t_{max} = Zeit von der Injektion bis zum Sekretionsmaximum

t_e = Zeit vom Maximum bis durch Elimination wieder die Initialaktivitätshöhe x erreicht wird

$\frac{z}{t_{max}}$ = Minuten Konzentration in %

$\frac{z}{t_e}$ = Minuten Exkretion in %

Von besonderer Bedeutung sind Veränderungen von t_{max}, t_e, sw; z ist sehr variabel. (9, 6)

Normalerweise nach HÖR und PABST (1965):

t_{max} = 3,14 ± 1,09 (min)

t_e = 4,84 ± 1,7 (min) (nach Krueger et al, 1961) (11)

sw = 1,58 ± 0,39 (/)

z = 94,5% ± 37,80 (%) 72,9 ± 29,5 (%) (Krueger, 1961) (11)

$\frac{z}{t_{max}}$ = 20,3 ± 9,3 (% Konz./min) (Krueger)

$\frac{z}{t_e}$ = 17,1 ± 9,0 (% Exkr./min) (Krueger)

b. Die Indium-113m-Fe-EDTA-Kurve

Wie schon in der Einleitung erwähnt, gibt es keine Literatur über die Auswertung von ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme. Ich habe deshalb eigene Parameter eingeführt, ihre Normalwerte statistisch errechnet und mich in der Kurveninterpretation auf diese Parameter bezogen. Ihre ausführliche Beschreibung und die Normalwerte befinden sich im Kap. II, 1. und 5. (s.S. 13 u.42)

II. Ergebnisse

1. Auswertung der ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurven

Die eingeführten Parameter:

D_{15} = Initialaktivität - Aktivität nach 15 min. (gemessen in Impulse/min bzw. cm Kurvenhöhe)

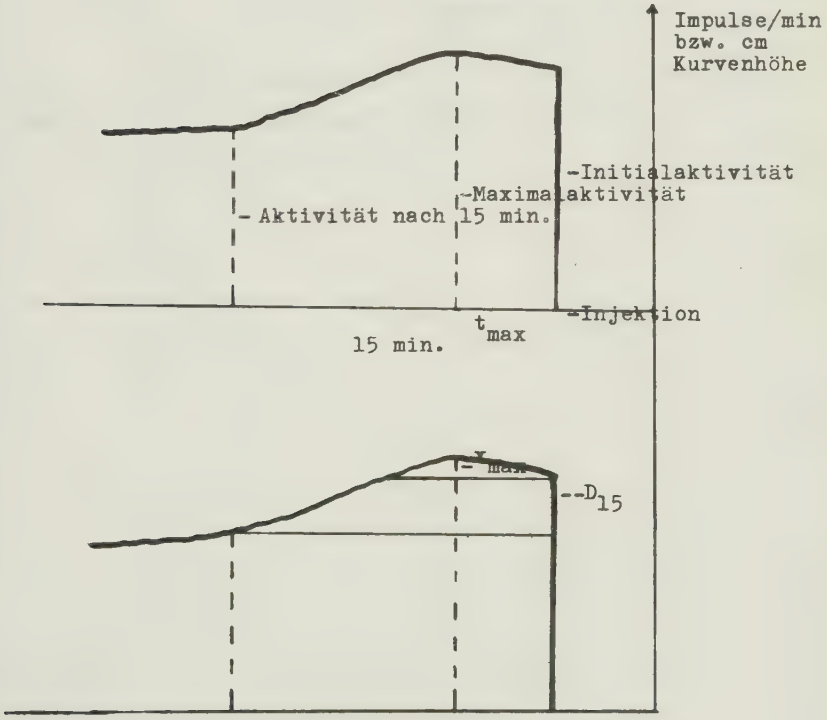
$d = \frac{\text{Aktivität nach 15 min. (in cm Kurvenhöhe)}}{\text{Initialaktivität (in cm Kurvenhöhe)}} \times 100\ \%$

$m = \frac{\text{Aktivität nach 15 min. (in cm Kurvenhöhe)}}{\text{Maximalaktivität (in cm Kurvenhöhe)}} \times 100\ \%$

x_{max} = Maximalaktivität - Initialaktivität (cm)

$fw = \frac{\text{Maximalaktivität (in cm)}}{\text{Initialaktivität (in cm)}}$ (Filtrationswert)

t_{max} = Zeit (in min.), von Injektion bis Kurvenmaximum bzw. bis zum Beginn des Aktivitätsabfalls



2. Gliederung des Untersuchungsgutes

I. Normale ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei normalen O^{131}JH-Nephrogrammen (11 Fälle)

II. Normale ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei pathologischen O^{131}JH-Nephrogrammen (10 Fälle)

1. Mechanische Abflußstörungen
2. Pyelonephritiden

III. Pathologische ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei pathologischen O^{131}JH-Nephrogramme (24 Fälle)

1. Stauungskurven
2. Isosthenuriekurven
3. Nephrektomiekurven
4. Kurven mit verzögertem Maximum

IV. Pathologische ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei normalen O^{131}JH-Nephrogrammen (4 Fälle)

3. Ergebnisvergleich der Radioisotopennephrographie mit tubulär sezernierten (Jod-131-Hippuran) und glomerulär filtrierten (Indium-113m-Fe-EDTA)Radiopharmaka

I. Normale ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei normalen O^{131}JH-Nephrogrammen (n = 11)

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum		O^{131}JH Sekr.-Maximum	
		re$_{(min)}$	li	re$_{(min)}$	li
18. 5.21 49	Nierenfunktionsproben o.B. (Mamma-Ca)	2,6	2,8	3,0	3,0
17. 8.48 47	Kontrolluntersuchung nach behandeltem und ausgeheiltem Harnleiterinfekt	3,2	3,2	3,6	2,6
31. 3.20 17	Nieren unauffällig (Hyperthyreose)	6,2	4,0	4,8	4,6
5. 1.28 30	Nierenfunktionsproben o.B. (Melanom)	2,6	2,6	1,2	1,2
21.11.14 58	Nierenfunktionsproben o.B. (Mamma-Ca)	3,8	4,2	3,0	3,0
3. 11.07 2	Nieren unauffällig (Schilddrüsenerkrankung)	3,6	3,6	3,3	3,3
4. 12.08 41	Nierenfunktionsproben o.B. (Seminom)	3,8	3,8	4,6	4,2
15. 4.18 9	Nieren unauffällig (Hypertonus)	3,4	3,4	2,6	3,6

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}JH-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max} (cm)		sw		z (%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
49	1,0	1,13	Plat.	0,6	1,7	1,35	83 %	71 %
47	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,57	1,9	75 %	110 %
17	1,1	1,07	0,7	0,5	1,35	1,64	70 %	111 %
30	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,45	1,46	60 %	59 %
58	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,45	1,45	70 %	70 %
2	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,42	1,44	95 %	110 %
41	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,4	1,4	73 %	74 %
9	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,2	1,14	43 %	60 %

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}JH-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
49	3,0	1,6	50 %	64 %	50 %	60 %	2,6	3,4
47	0,9	1,4	71 %	53 %	71 %	53 %	6,2	3,8
17	1,9	2,9	68 %	52 %	65 %	50 %	8,6	6,0
30	1,6	1,1	67 %	63 %	67 %	63 %	2,8	3,0
58	2,2	1,8	60 %	66 %	60 %	66 %	4,6	4,8
2	1,5	1,5	70 %	70 %	70 %	70 %	5,2	5,0
41	3,0	1,5	55 %	64 %	55 %	64 %	3,8	4,4
9	2,2	1,6	47 %	53 %	47 %	53 %	3,4	5,3

Fortsetzung von I. (Nur eine Niere ist voll funktionsfähig)

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA Filtr.-Maximum		O^{131}Jh Sekr.-Maximum	
		re (min)	li	re (min)	li
2. 2.04 23	Invasives Blasen-Ca; i.v.-Pyelogramm: stumme Niere links; HSt.-N 23 mg% Serum-Kreatinin 1,6 mg%	2,6	./.	3,4	./.
5.10.20 20	i.v.-Pyelogramm: stumme Niere links; (Aplasie? Beckenniere?) Kein Weichteilschatten	3,0	./.	3,2	./.
7. 9.18 22	i.v.-Pyelogramm: entzündliche Veränderungen links; chron. Pyelonephritis, Hypertonus; Serum-Kreatinin, 1,23 mg% Kreatinin-Clearance 113 ml/min	4,0	./.	3,6	./.

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}JH-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max} (cm)		sw		z (%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
23	1,0	./.	Plat.	./.	1,46	./.	58 %	./.
20	1,0	./.	Plat.	./.	1,66	./.	100 %	./.
22	1,0	./.	Plat.	./.	1,6	./.	102 %	./.

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}JH-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
23	1,8	./.	65 %	./.	65 %	./.	5,4	./.
20	1,3	(2,8)	62 %	(48 %)	62 %	(48 %)	6,0	./.
22	1,9	(2,1)	68 %	(50 %)	68 %	./.	8,0	./.

II. Normale ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei pathologischen O^{131}JH-Nephrogrammen

1. Mechanische Abflußstörungen (n = 6)

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum re (min)	li	O^{131}JH-Sekr.-Maximum re (min)	li
10. 9.10 40	Blasen-Ca; HSt-N 14,0 Serum-Kreatinin 0,83 mg%	4,8	4,8	7,0	8,8
21. 1.09 39	Verdacht auf tumorösen Prozeß links; i.v.-Pyelogramm: Verdrängung d. Kelchhälse links	3,4	3,4	6,0	7,8
13.12.05 25	Funktionslose Steinniere links; Steinniere rechts	2,2	./.	11,0	./.
24. 2.19 45	Zustand nach Nierenbeckenplastik rechts, bei Restniere rechts	5,6	./.	S	./.
22. 8.06 15	Ureterstenose rechts (Stein) seit ca. 2 Wochen; links evtl. Spasmus der ableitenden Harnwege	./.	3,0	./.	13,0
2.10.03 12	Nierenbeckenstein links	4,0	4,0	5,0	6,8

2. Pyelonephritiden (n = 4)

12. 2.60 26	Chron. Pyurie, Pyelonephritisverdacht	3,0	3,0	6,6	6,6
23. 3.33 54 B	Zustand nach Polamputation links; rezid. Pyelonephritiden	3,2	4,0	5,2	7,0
19.10.11 34	Seit Jahren Hypertonie; chron. Pyelonephritis	3,0	2,0	9,6	9,0
14. 3.46 6 B	Pyelonephritis; Hypertonie; i.v.-Pyelogr.: Papillennekrosen	4,8	3,0	7,0	3,0

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}JH-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max}(cm)		sw		z(%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
40	1,0	1,11	Plat.	0,5	1,18	1,13	50 %	56 %
39	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,4	1,2	75 %	52 %
25	1,1	./.	0,4	./.	1,15	./.	94 %	./.
45	1,17	./.	1,3	./.	S	./.	S	./.
15	./.	1,06	./.	0,3	./.	1,75	./.	200 %
12	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,77	1,63	140 %	131 %
26	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,46	1,76	63 %	137 %
54	1,14	1,12	1,0	0,7	1,8	1,8	118 %	121 %
34	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,46	1,23	100 %	63 %
6	1,11	1,0	0,5	Plat.	1,4	1,3	110 %	43 %

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}JH-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
40	2,6	1,1	69 %	75 %	69 %	68 %	4,0	2,8
39	2,0	1,6	63 %	62 %	63 %	62 %	5,6	5,2
25	1,8	(2,0)	60 %	(50 %)	55 %	./.	24,6	./.
45	1,0	./.	85 %	./.	72 %	./.	38,0	38,0
15	./.	1,2	(58 %)	75 %	./.	71 %	./.	5,0
12	1,7	1,3	60 %	67 %	60 %	67 %	29,0	29,8
26	1,7	1,8	62 %	60 %	62 %	60 %	7,8	5,0
54	1,4	0,5	78 %	89 %	69 %	80 %	10,0	8,0
34	2,3	1,8	55 %	55 %	55 %	55 %	20,0	19,0
6	1,3	1,6	71 %	57 %	65 %	57 %	6,0	3,0

III. Pathologische ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei pathologischen ^{131}JH-Nephrogrammen (n = 24)

1. Stauungskurven

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum re (min)	li	^{131}JH-Sekr.-Maximum re (min)	li
11. 8.41 29	Ödeme, Albuminurie; Verdacht auf renovaskuläre Hypertonie	S (16 min)	4,6	10,8	3,6
21.10.34 50 B	Stenosierung d. linken Ostiums; Megaloureter; Erythrocyturie	5,8 (14,2)	S (20 min)	8,0	14,0
26. 9.91 14	Retrovesikaler Tumor, Hydro-Nephrose beidseits; (im i.v.-Pyelogr. und in der Hg-203-Salyrgan-Szintigraphie deutlich darstellbar)	Ausgeprägte Stauungskurven			
4. 1.25 19	Collum-Ca, Stadium III - IV, Infiltration in Parametrien, Zustand nach Oligurie	Ausgeprägte Stauungskurven			
15. 1.14 32 B	Metastat. Hypernephrom (paraaortale Metastasen)	./.	6,0	./.	11,0
20. 6.25 8	Seminom, paraaortale, inguinale und iliacale Metastasen	S	7,8	9,4	9,6
14. 4.01 42	Nierenbeckenausgußsteine beidseits; i.v.-Pyelogr.: entzündl. Prozesse	12,6	15,4	S (22 min)	S (14 min)

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte fw		x_{max}(cm)		O^{131}JH-Sekr.-Werte sw		z(%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
29	S	1,11	S	0,3	1,7	1,6	127 %	90 %
50	1,14	S	1,1 (0,7)	S	1,7	1,4	200 %	138 %
14	S	S	x_4 = 2,9 x_{12} = 3,5 x_{20} = 3,8	analog S	S	S	S	S
19	S	S	x_1 = 3,2 x_{10} = 4,1 x_{17} = 4,3	analog S	Stauungstypen			
32	./.	1,28	./.	1,0	./.	1,48	./.	131 %
8	S	1,11	S	0,5	1,17	1,27	42 %	76 %
42	1,27	1,15	1,3	0,7	Stauungskurven			

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				O^{131}JH-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
29	S	4,2	S	100 %	S	95 %	S	5,6
50	(S)	S	100 %	S	79 %	S	17,0	17,0
14	Ausgeprägte Stauungskurven mit O^{131}JH und ^{113m}In-Fe-EDTA							
19	Ausgeprägte Stauungskurven							
32	./.	S	./.	100 %	./.	82 %	./.	20,0
8	S	(S)	100 %	100 %	100 %	90 %	22,0	16,0
42	(S)	(S)	100 %	100 %	(78 %	86 %)	S (22 min)	S (14 min)

2. Isosthenuriekurven

Bemerkung: Bei den Isosthenuriekurven sind die Eliminationswerte, (in %) d und m, aussagekräftiger als die, sich nur in vereinzelten Fällen darstellenden Filtrationsmaxima.

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum		^{131}JH-Sekr.-Maximum	
		re (min)	li	re (min)	li
28. 7.99 27	Verdacht auf gefäßarmen Tumor bzw. Soltärcyste rechts; (Angiographie); i.v.-Pyelogramm: rechts stumme Niere, links Stein	Is	4,0	Is	7,0
4.11.44 s.B^{5}50	Spastische Querschnittslähmung; i.v.-Pyelogr.: linke Niere stumm	4,4	2,2 (siehe Bemerkung)	3,8	4,4
6. 4.17 ^{24}B	Hypertonie (RR 165/95, Fundus hypertonicus II); HSt.-N 75 mg% Serum-Kreatinin 5,8 mg% chron. Pyelonephritis	Is	Is	S (1,5 cm in 20 min	S 1,0 cm)
5. 3.36 ^{38}B	Zustand nach Nierenbeckenplastik links	0,5	Is	Is	S (20 min)
10.11.08 ^{37}B	Zustand nach Nierenbeckenplastik links, bei kongenitaler beidseitiger Hydronephrose	1,6	./.	Is	./.

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}JH-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max} (cm)		sw		z (%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
27	Is	1,1	Is	0,4	Is	1,3	Is	94 %
50	1,18	1,0	1,0	Plat.	1,6	1,3	100 %	58 %
24	Is	Is	Is	Is	Isosthenuriekurven (mit beginnender Stauung)			
38	1,0	Is	Plat.	Is	Is	S	Is	S
37	1,0	./.	Plat.	./.	Is	./.	Is	./.

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}JH-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
27	Is	0,5	Is	86 %	Is	77 %	Is	30,2
50	1,0	0,6	81 %	84 %	68 %	84 %	8,8	15,8
24	0,5	0,8	86 %	75 %	86 %	75 %	Is	Is
38	2,1	Is	62 %	89 %	62 %	89 %	Is	S
37	1,2	(2,2)	81 %	(66 %)	81 %	./.	Is	./.

3. Nephrektomiekurven

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum		^{131}JH-Sekr.-Maximum	
		re$_{(min)}$	li	re$_{(min)}$	li
4. 4.42 11	Urogenital-Tbc; i.v.-Pyelogramm: funktionslose Niere rechts	./.	5,0	./.	5,4
10. 2.59 16	Nach stumpfer Bauchverletzung, i.v.-Pyelogramm: stumme Niere links	6,4	./.	8,4	./.
8.10.24 53	Hydronephrotische Schrumpfniere rechts; Hypertonie	./.	4,6	./.	3,8
30. 5.30 51$_B$	Zustand nach abdominaler Uterusextirpation; i.v.-Pyelogramm: stumme Niere links	6,0	./.	9,6	11,4

Bemerkung: Im Gegensatz zu den Patienten Nr. 23, 20, 22 (s. Fortsetzung von I) zeigen diese Fälle ein verzögertes Maximum der gesunden Niere; dieses muß als physiologische Folge des (plötzlichen) Ausfalls der anderen Niere betrachtet werden.
(siehe Kap. 7, Diskussion) Es könnte sich aber auch um eine klinisch unbemerkte Schädigung der "gesunden" Niere handeln (z.B. traumatisch, tuberkulös).

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}J-Hippursäure-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max} (cm)		sw		z (%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
11	./.	1,17	./.	1,2	./.	2,0	./.	200 %
16	1,39	./.	1,2	./.	1,69	./.	147 %	./.
53	./.	1,4	./.	1,1	./.	1,44	./.	70 %
51	1,26	./.	1,1	./.	1,66	1,07	120 %	30 %

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}J-H-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
11	(2,3)	1,1	(62 %)	83 %	./.	71 %	./.	15,0
16	0	./.	100 %	./.	71 %	./.	16,0	./.
53	./.	0	./.	100 %	./.	71 %	./.	5,8
51	0,5	./.	88 %	(61 %)	69 %	./.	3,0	22,0

4. Kurven mit verzögertem Maximum

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum		^{131}JH-Sekr.-Maximum	
		re	li	re	li
11.11.07 1	Metastasen nach operiertem Mamma-Ca; evtl. Steine links	5,0	7,2	4,6	7,0
23.12.29 57	chron. Nephritis; Hypertonus; Albuminurie, Ery-Urie	6,2	7,4	7,0	8,6
13. 2.08 7	Hypertonie (RR 200/110) i.v.-Pyelogramm: Mangelnde Füllung der Kelchhälse	11,8	7,0	7,4	7,0
29. 5.96 56 B	Hypertonie (RR 180/110) Nierenfunktionsproben o.B.	2,8	2,8	4,6	5,2
7. 6.04 55 B	Hypertonie (RR 220/110) Rest-N und Serum-Kreatinin normal; im Sediment Steptokokken	6,2	6,2	6,4	5,0
25.12.24 44 B	Lymphadenitis, dekompensierte Herzinsuffizienz; Hypertonie (RR 190/110)	3,2	5,2	5,4	6,0
22. 1.12 10	Schrumpfniere rechts; i.v.-Pyelogramm: schwere postentzündl. Veränderungen rechts (links geringe Veränderungen)	13,6	5,6	4,0	6,4
26.10.04 3	Hypertonie (RR 180/95) Fundus hypertonicus IV; i.v.-Pyelogramm: ausgeprägte postentzündl. Veränderungen an beiden Nierenkelchsystemen	2,2	2,2	15,4	10,0

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}J-H-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max} (cm)		sw		z (%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
1	1,37	1,66	1,0	1,4	1,37	1,13	74 %	47 %
57	1,12	1,12	0,5	0,5	1,7	1,59	148 %	118 %
7	1,19	1,0	1,0	Plat.	2,0	2,0	230 %	227 %
56	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,56	1,26	90 %	40 %
55	1,05	1,05	0,2	0,2	1,17	1,14	38 %	40 %
44	1,11	1,13	0,6	0,7	1,37	1,3	107 %	120 %
10	1,1	1,26	0,5	0,9	1,5	1,5	115 %	113 %
3	1,11	1,1	0,6	0,5	1,33	1,37	115 %	99 %

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}J-H-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
1	0,4	0,0	85 %	100 %	62 %	60 %	6,2	1,2
57	0,7	0,2	81 %	93 %	70 %	82 %	11,0	13,0
7	0,2	1,8	98 %	74 %	81 %	74 %	36,0	36,0
56	1,5	1,3	70 %	71 %	70 %	71 %	11,0	4,4
55	1,0	1,0	73 %	73 %	70 %	70 %	14,6	10,4
44	1,9	0,8	65 %	84 %	59 %	73 %	6,2	12,0
10	1,0	0,0	83 %	100 %	78 %	74 %	4,8	4,0
3	1,0	0,9	80 %	84 %	72 %	76 %	27,0	8,1

IV. Pathologische ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme bei normalen ^{131}JH-Nephrogrammen (n = 4)

Patient	Klinische Diagnose und Befunde	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Maximum		^{131}JH-Sekr.-Maximum	
		re (min)	li	re (min)	li
12. 4.23 18 B	Nierenbeckenausgußstein links, Zustand nach Nierenkolik röntgenologisch: rechts verzögerte Kontrastmittelausscheidung (ungeklärter Genese)	4,2	4,2	4,8	4,8
19. 8.13 31 B	Blasen-Ca, metastasierend; keine pathologischen Nierenbefunde	3,8	7,0	3,0	3,2
1. 2.51 36 B	Ungeklärte Ery-Urie; häufig Koliken mit abgehenden Steinen; i.v.-Pyelogr.: normal	10,4	10,4	5,4	5,4
21.10.23 46 B	Nierenbefunde o.B., keine Beschwerden, trotzdem	13,6	11,6	5,4	5,4

Bemerkung B: Bei diesen vier Patienten lassen die klinischen Befunde keine eindeutige Erklärung für die patholcgischen ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramme zu. Vermutlich liegen bei Nr. 36 und 46 postentzündliche Veränderungen an den Glomerula vor (Glomerulonephritis), die aber nur durch eine Biopsie beweisbar wären.

Bei Nr. 18 und 31 muß man eine individuelle Funktionseinschränkung einer Niere annehmen.

Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Filtr.-Werte				^{131}JH-Sekr.-Werte			
	fw		x_{max} (cm)		sw		z (%)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
18	1,3	1,12	1,0	0,5	1,44	1,45	86 %	71 %
31	1,0	1,0	Plat.	Plat.	1,23	1,24	40 %	41 %
36	1,16	1,07	0,8	0,3	1,38	1,21	63 %	52 %
46	1,34	1,35	2,1	2,6	1,63	1,62	97 %	100 %

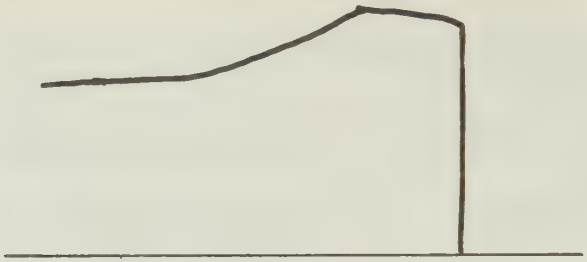
Nr.	^{113m}In-Fe-EDTA-Eliminat.-Werte				^{131}JH-Eliminat.-Werte			
	D_{15} (cm)		d (%)		m (%)		t_e (min)	
	re	li	re	li	re	li	re	li
18	-3,0	0,4	100 %	89 %	75 %	78 %	10,60	10,0
31	1,2	0,5	74 %	87 %	74 %	87 %	2,4	2,6
36	-3,0	0,6	100 %	88 %	88 %	82 %	12,8	12,8
46	-1,9	-1,2	100 %	100 %	96 %	86 %	9,2	7,6

Zeichenerklärung zu den Einzelwerten

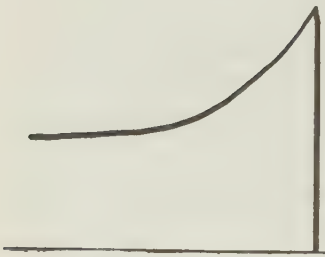
./.	Nephrektomietyp	(Kurve hat kein Maximum, schneller blutparalleler Aktivitätsabfall)
S	Stauungstyp	(Aktivitätshöhe steigt langsam und stetig an; Kurve bildet kein Maximum) (Der beginnende Stauungstyp zeichnet sich durch ein sehr spätes Maximum und sehr langsamen Aktivitätsabfall aus)
Is	Isosthenurietyp	(Kurve bildet kein Maximum, sehr langsamer, flacher Aktivitätsabfall, von der Initialaktivitätshöhe ausgehend)

Diese Kurventypen entsprechen denen der $O^{131}JH$-Nephrographie (28).

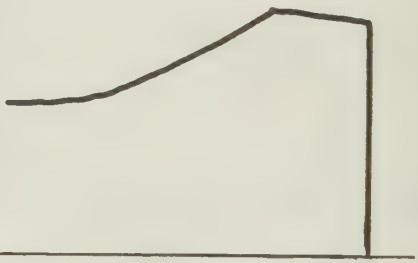
4. Die Kurventypen der ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrographie



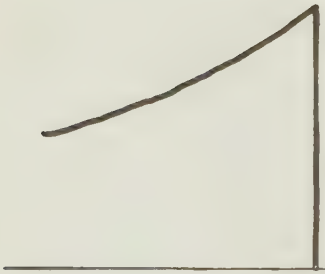
Normale ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramm



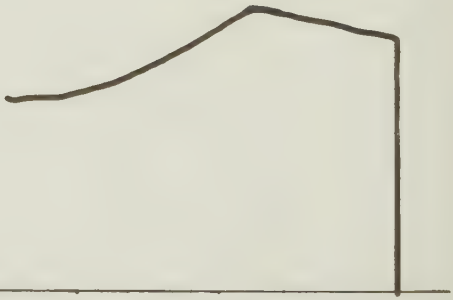
Nephrektomietyp



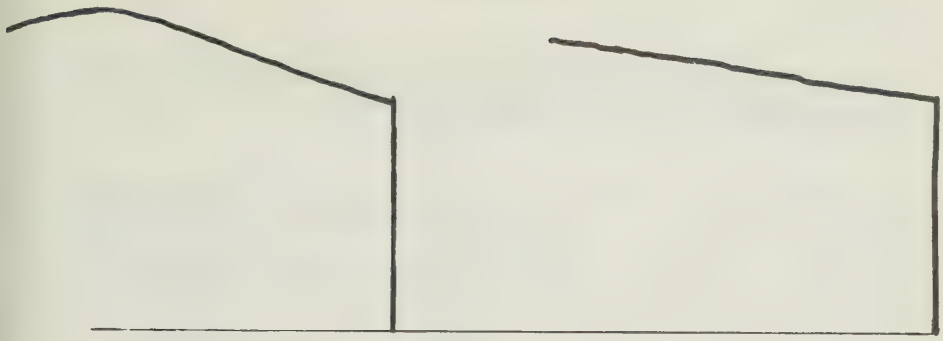
Normales Nephrogramm



Nephrektomietyp

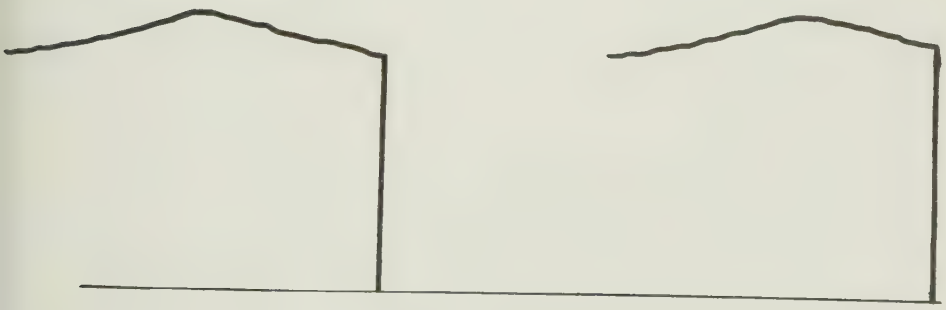


Verzögertes und deutlicher ausgeprägtes Maximum



schwächer oder stärker ausgeprägte
Stauungstypen

Isosthenurietypen



mehr oder weniger stark verzögertes
Maximum (D_{15} sehr klein)

5. Mittelwertstatistik (mit einfacher Standardabweichung) der Normalwerte der Indium-113m-Fe-EDTA-Kurve

3,30	±	0,52	(min)	t_{max}	Zeit, von der Injektion bis zum Beginn des Aktivitätsabfalls
0,20	±	0,015	(cm)	x_{max}	Höhe des Aktivitätsmaximum - Höhe der Initialaktivität
1,04	±	0,14	(/)	fw	$\frac{\text{Höhe des Aktivitätsmaximum}}{\text{Höhe der Initialaktivität}}$
1,67	±	0,23	(cm)	D_{15}	Höhe der Initialaktivität - Aktivitätshöhe nach 15 Minuten
63,3	±	13,9	(%)	d	$\frac{\text{Höhe der 15-min-Aktivität}}{\text{Höhe der Initialaktivität}} \times 100\%$
62,6	±	12,8	(%)	m	$\frac{\text{Höhe der 15-min-Aktivität}}{\text{Höhe des Aktivitätsmaximum}} \times 100\%$

Diese Werte wurden an hand von 40 normalen ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogrammen ermittelt.

Mittelwerte der In-113m-Fe-EDTA- und Jod-131-Hippuran-Nephrogramme nach der Gliederung des Untersuchungsgutes

	Normalwerte der In-113m-Fe-EDTA-Nephrogramme	II.1. Mechanische Abflußstörungen	II.2. Pyelonephritiden
	n = 20	n = 6 (von 50)	n = 4 (von 50)
t_{max}	3,30 ± 0,52	3,8	3,2
x_{max}	0,20 ± 0,015	0,23	0,27
fw	1,04 ± 0,14	1,04	1,04
D_{15}	1,67 ± 0,23	1,5	1,55
d	63,3 % ± 13,9	68 %	65,8 %
m	62,5 % ± 12,8	65 %	62,8 %
	Normalwerte der Jod-131-Hippuran-Nephrogramme		
t_{max}	3,14 ± 1,09	9,03	6,8
z	94,5 % ± 37,8	111 %	94,3 %
sw	1,58 ± 0,39	1,29	1,52
t_e	6,7 ± 4,9	17,2	9,8

Mittelwerte der In-113m-Fe-EDTA- und Jod-131-Hippuran-Nephrogramme nach der Gliederung des Untersuchungsgutes

	Normalwerte der In-113m-Fe-EDTA-Nephrogramme n = 20	III.4. Kurven mit verzögertem Maximum n = 7 (von 50)	IV. Pathologische Filtrationskurven, normale Sekretionskurven n = 4 (von 50)
t_{max}	3,30 ± 0,52	8,2	9,5
x_{max}	0,20 ± 0,015	0,6	1,04
fw	1,04 ± 0,14	1,18	1,19
D_{15}	1,67 ± 0,23	0,64	0,21
d	63,3% ± 13,9	85,8%	94,8%
m	62,5% ± 12,8	70,8%	84,5%
Normalwerte der Jod-131-Hippuran-Nephrogramme			
t_{max}	3,14 ± 1,09	7,4	4,6
z	94,5% ± 37,8	96%	66%
sw	1,58 ± 0,39	1,5	1,4
t_e	6,7 ± 4,9	14,9	8,65

6. Fallbesprechungen aus dem Untersuchungsmaterial, B

B 51:
Bei dieser Patientin wurde wahrscheinlich während der abdominellen Uterus-TE der linke Ureter verletzt (oder durchtrennt). Im i.v.-Pyelogramm stellt sich die linke Niere post operationem nicht dar. Die Indium-113m-Fe-EDTA-Kurve links stellt einen Nephrektomietyp dar. Die rechte Niere lieferte am 17.3. folgende Kurvenwerte:

t_{max} = 6,0 d = 88 % D_{15} = 0,5

x_{max} = 1,1 m = 69 %

am 22.3. dagegen:

t_{max} = 4,6 d = 68 % D_{15} = 1,3

x_{max} = 0,4 m = 62 %

Innerhalb von 5 Tagen hat sich t_{max} um 1,4 Minuten verkürzt (von einem pathologischen auf einen normalen Wert); D_{15}, d und m haben Normalwerte erreicht.

Es scheint eine Anpassung an die veränderte Sitaution vorzuliegen: die gesunde Niere übernimmt die Gesamtfiltration und bildet im "Laufe der Zeit" eine kompensatorische Überfunktion aus, d.h. sie kann das Gleichgewicht von Angebot und Elimination der Stoffwechselschlacken bzw. Radiopharmaka im Bereich des Normalen halten (s. Diskussion, S. 53).

B 54:
Es liegen bei dieser Patientin eine Polamputation links, und beidseits rezidivierende Pyelonephritiden vor. Die Polamputation macht sich sowohl in der $O^{131}JH$-Kurve als auch im ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramm bemerkbar: bei beiden Kurventypen ist das Maximum links gegenüber rechts verzögert. Diese Verzögerung wird durch den Verlust von funktionsfähigem Nierenparenchym links hervorgerufen.

Die Pyelonephritiden aber machen sich nur in der $O^{131}JH$-Kurve, nicht in der Filtrationskurve bemerkbar. Denn in der Sekretionskurve ist auch das t_{max} der rechten Niere mit 5,2 Minuten verzögert (im Sinne einer Pyelonephritis), während sich die Filtrationswerte im Bereich des Physiologischen befinden:

t_{max}: re: 3,2 min; li: 4,0 min.

B 6:
Die klinische Diagnose dieses Patienten lautet: Chronische Pyelonephritis (postentzündliche Veränderungen), Hypertonie, Ureterstriktur rechts.

Die Nephrogramme zeigen Veränderungen, die durch jedes einzelne klinische Erscheinungsbild hervorgerufen werden können. Auch eine einseitige (rechte) Nierenarterienstenose könnte Ursache des verzögerten Maximum rechts in beiden Kurventypen sein. Dieser Fall zeigt deutlich, daß eine einzige pathologische Abweichung der Kurven durch mehrere klinische Zustandsbilder hervorgerufen werden kann, und daß wir nicht in der Lage sind, anhand des Kurvenverlaufs differentialdiagnostische Aussagen zu machen (9).

B 44:
Eine interessante Feststellung konnte ich bei diesem Patienten mit starken Einflußstauungen aufgrund einer Lymphadenitis machen: Der Aktivitätsanstieg in der Durchblutungsphase, normalerweise geradlinig und sofort nach Injektion ansteigend, verläuft sowohl in der Hippurankurve als auch im Indium-EDTA-Nephrogramm beider Nieren gezackt. D.h. es liegt eine verzögerte, schubartige Nierendurchblutung vor. - Die Hypertonie kann dagegen mit der einseitigen Maximumverzögerung links, aufgrund einer Arterienstenose erklärt werden: Jod-Hippuran-Kurve: t_{max} = 5,4 re und 6,0 li

Indium-EDTA-Kurve: t_{max} = 3,2 re und 5,2 li

B 3:
Hypertonie aufgrund ausgeprägter postentzündlicher Veränderungen beider Nieren (i.v.-Pyelogramm).

Die Hippurankurve bestätigt diesen Befund:

t_{max} = 15,4 re und 10,0 li

Die Indium-EDTA-Kurve verläuft dagegen völlig normal (seitengleiche Normalwerte!). Das bedeutet, daß die Glomerula von keinen entzündlichen Prozessen geschädigt wurden, die Filtration ungestört verläuft.

Bei diesem Fall wird die Aussagekraft eines ergänzenden Indium-EDTA-Nephrogramms deutlich.

B 38:
Bei dieser Patientin wurde eine Isotopennephrographie als Kontrolluntersuchung nach einer Nierenbeckenplastik links angefordert. Die Nephrogramme mit O^{131}JH und ^{113m}In-Fe-EDTA zeigten übereinstimmend keine Verbesserung des Abflusses an.

$O^{131}JH$: rechts: Isosthenurietyp
links: Stauungstyp (nach deutlicher Sekretionsphase, d,h. die Funktion ist noch erhalten.)

^{113m}In-Fe-EDTA: rechts: fw = 1,0; D_{15} = 2,1;
links: Nach Initialabfall bis 4 Minuten, Plateaubildung über 15 Minuten.

D.h. auch die Filtrationskurve zeigt ein funktionsfähiges Parenchym und eine starke Abflußbehinderung an.

B 50:
Diese Patientin, eine Rheumatikerin, weist eine Ostiumstenose links auf. Sekretions- und Filtrationskurve zeigen übereinstimmend eine hochgradige Parenchymschädigung der linken Niere an: Isosthenurietyp mit beginnender Stauung.
Aber auch die rechte Niere ist in ihrer Funktion eingeschränkt:

$O^{131}JH$: t_{max} = 8,0 min

^{113m}In-Fe-EDTA: t_{max} = 5,8 min und ein zweites Maximum nach 14,2 min.

Diese Werte bestätigen den Verdacht auf entzündliche Veränderungen (Ery-Urie, Leuko-Urie). Die Bildung eines zweiten Maximum (siehe auch Kurve Nr. 5) kann nicht eindeutig erklärt werden. Es handelt sich um eine schubartig verzögerte Elimination.

B 24:
Beide Nieren dieses Patienten sind stark postentzündlich verändert. Jedoch erscheint die linke Niere weniger geschädigt als die rechte. Dies läßt sich aus dem übereinstimmenden Verlauf der $O^{131}JH$- und ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurve schließen:

Die Radio-Hippurankurve stellt einen leichten Stauungstyp dar -

Aktivitätsanstieg in 20 Minuten rechts: 1,5 cm
links: 1,0 cm

Mit ^{113m}In-Fe-EDTA erhält man eine Isostheniekurve -

Aktivitätsabfall in 20 Minuten rechts: 0,6 cm
links: 0,9 cm

Bei beiden Nieren scheint die glomeruläre Partialfunktion weniger eingeschränkt zu sein als die tubuläre.

B 55:
Ein Fall von Hypertonie, bei dem das O^{131}JH-Nephrogramm aufgrund Seitendifferenz von t_{max} evtl. an eine Nierenarterienstenose als Ursache denken ließe. Die ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurve zeigt jedoch völlig seitengleiche, wenn auch verzögerte Maxima; dieser Befund spricht gegen eine Nierenarterienstenose, so daß eine Angiographie zur Abklärung angezeigt wäre.

B 32 (und 8):
Diese beiden Patienten zeigen sowohl im O^{131}JH- als auch im ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramm stark verzögerte Maxima und eine sehr langsame Elimination (flacher Kurvenabfall). Wahrscheinlich liegen durch Stauung hervorgerufene Parenchymschäden vor (Metastasen).

Aus diesen Kurvenbesprechungen werden allgemein die Grenzen der Kurveninterpretation deutlich. Ohne klinische Diagnose (Befunde) und Röntgenbilder (i.v.-Pyelogramm, evtl. Angiographie) lassen die Funktionskurven lediglich empirische Feststellungen zu: diese Kurve zeigt eine normale Funktion an, diese zeigt pathologische Veränderungen im Sinne einer Funktionseinschränkung, Stauung, Maximumverzögerung.

Erfahrungsgemäß lassen sich die einzelnen Kurventypen nicht bestimmten Krankheitsbildern zuordnen. Es gibt für eine Kurvenveränderung mehrere klinische Ursachen, so daß sich keine artdiagnostischen Aussagen machen lassen.

In der einschlägigen Literatur finden sich viele Beiträge, in denen die Autoren ihre Erfahrungen mit den verschiedenen pathologischen Veränderungen der Nephrogramme und den entsprechenden Nephropathien darstellen (3, 5, 6, 10, 13, 14).

Besondere Aufmerksamkeit schenkte man dem renalen Hypertonus, seinen Ursachen und seiner Darstellung im Nephrogramm.

QUINN, J.L. gibt an, daß die Durchblutungshöhe und -zeit ein Kriterium für den renalen Hypertonus darstellt (29).
BURBANK, M.K. und HUNT, J.C. zeigen die entsprechenden Kurvenverläufe bei renalen Hypertonikern auf (Arterienstenose einseitig oder beidseitig, Pyelonephritiden) (30).
HAUGE, A. et al., zum WINKEL, K., SCHEER, K.E. befassen sich allgemein mit den verschiedenen Krankheitsbildern (Abflußstörungen der oberen Harnwege, Tumore, entzündliche Veränderungen usw.) und ihren Ausdruck im ^{131}J-Hippurannephrogramm (16, 14).
Einen interessanten Beitrag lieferte ISLEY, J.K.: er ließ bei ein und demselben Patienten (Hypertoniker) jeweils zwei Nephrogramme schreiben und stellte Kurvenvariationen fest, die er mit der psychischen Situation (Angst, Unbequemlichkeit, Verkrampfung) des Patienten erklärte. Er erwähnt u.a. auch ein zweites Maximum, ca. 2 - 4 Minuten nach Ausbildung des 1. Maximums, als Möglichkeit einer "psychischen Kurvenveränderung" (32).

Mit der Interpretation der ^{113m}In-EDTA-Filtrationskurve kann in der Literatur nur die Untersuchung von DECKART, M. (er verglich die ^{131}J-Hippurannephrographie mit der ^{58}Co-EDTA-Filtrationskurve) verglichen werden (24).

Nach meinen Untersuchungen glaube ich feststellen zu können, daß die ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurve für die glomeruläre Partialfunktion die gleichen empirischen Aussagen zuläßt, wie die O^{131}JH-Nephrographie für die tubuläre Partialfunktion.

Ihren diagnostischen Wert sehe ich in der ergänzenden Aussage. In vielen Fällen ist der Hinweis auf eine unbeeinträchtigte bzw. eingeschränkte glomeruläre Filtration von großem Interesse. Oftmals wird auch die Interpretationsbreite durch eine entsprechende Aussage der ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrographie eingegrenzt. Die Filtrationskurve (mit ^{113m}In-Fe-EDTA, z.B.) kann weder die O^{131}JH-Nephrographie verdrängen noch erscheint es mir als sinnvoll sie als Routinemethode in die Klinik einzuführen. Sie stellt nach meinen Erfahrungen eine ergänzende diagnostische Methode dar, von der bei spezieller Indikation Gebrauch gemacht werden sollte.

7. Diskussion

(Indium-113m-EDTA-Kurve im Vergleich zur Jod-131-Hippurankurve)

Indium-113m-EDTA wird wahrscheinlich überwiegend glomerulär filtriert, d.h. die Indium-113m-EDTA-Kurve stellt eine Filtrationskurve dar. Während die tubuläre Sekretion eine aktive Anreicherung der radioaktiven Substanz im Nierenparenchym und erst sekundär eine Elimination bewirkt, handelt es sich bei der glomerulären Filtration in erster Linie um einen passiven Ausscheidungsvorgang (Elimination des radioaktiven Stoffes). Die renale Extraktion eines glomerulär filtrierten Radiopharmakon aus dem Blut erfolgt zunächst langsamer als die einer tubulär sezernierten Substanz. Deshalb zeigt sich die Filtrationsphase in der ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurve nur in einem relativ geringen Kurvenanstieg an (oft nur als Plateau), im Gegensatz zur deutlich ausgeprägten Sekretionsphase mit entsprechend hoher Gipfelbildung der O^{131}Jod-Hippurankurve.

Eine semiquantitative Auswertung der Filtrationsphase (durch einen Filtrationswert entsprechend dem Sekretionswert der O^{131}JH-Kurve) hat aus diesem Grunde keine Aussagekraft, so daß die Filtrationskurven nur qualitativ beurteilt werden sollten.

Nach meinen Untersuchungen dauert die Filtrationsphase ca. 2 - 5 min. an; bei Nierengesunden ergab sich ein Mittelwert für t_{max} von 3,3 $\pm$ 0,52 Minuten; DECKART (24) ermittelte bei seinen Filtrationskurven mit Co-58-EDTA einen Normalwert von 4,2 $\pm$ 1,09 Minuten für t_{max}. Nach dieser Zeit beginnt die Eliminationsphase, die sich im Kurvenverlauf als linearer Aktivitätsabfall darstellt. Der Beginn der Elimination (t_{max}) kann mehr oder weniger verzögert sein und stellt nach meinen Erfahrungen einen wertvollen Hinweis für die Kurveninterpretation dar: je größer t_{max}, d.h. je später die Elimination überwiegt, desto mehr dürfte die glomeruläre Partialfunktion eingeschränkt sein.

Ein verzögertes und deutlicher ausgeprägtes Maximum kann ver-

schiedene Ursachen haben: entzündliche Veränderungen (Nekrosen) der Glomerula - (10, 3) -, arteriolosklerotische Veränderungen - (57, 56, 7) -, Tumoren, Cysten usw. DECKART (24) stellte bei seinen Untersuchungen mit Co-58-EDTA ebenfalls eine deutliche Beziehung zwischen verzögertem Maximum und glomerulären Veränderungen (chron. Glomerulonephritis) fest.

Ein Extremfall liegt bei den sog. Stauungskurven vor: hier wird durch mechanische Blockade der ableitenden Harnwege - (50, 8, 19, 42, 32) - die Elimination völlig verhindert, so daß sich die radioaktive Substanz langsam und stetig bis zu einem gewissen Plateau im Nierenparenchym anreichert.

Die Blockade der ableitenden Harnwege muß relativ massiv sein, um sich in der Filtrationskurve bemerkbar zu machen. Je höher das Abflußhindernis liegt, d.h. eine Urinansammlung im Nierenbecken einschränkt, desto deutlicher wird die Filtrationskurve eine Stauung (zumindest mit einem stark verzögerten Maximum und relativ langsamer Elimination) - (8, 32, 50) - anzeigen.

Bestehen nur verhältnismäßig geringe Abflußhindernisse, so kommt eine normale Filtrationskurve zur Darstellung, im Gegensatz zur Sekretionskurve, die viel sensibler schon bei leichter Behinderung der ableitenden Harnwege Veränderungen zeigt - (40, 39, 25, 15, 12) -.

Eine Erklärung läßt sich aus dem histologischen Bau der Niere ableiten: Die Glomerula befinden sich in der Rinde und damit am weitesten von den ableitenden Harnwegen entfernt. Der Urin wird sich bei Nierenbeckensteinen oder Ureterstenosen eher in den Sammelrohren und Tubuli stauen und Schäden anrichten, als im peripheren Rindengebiet.

Bei Patienten mit gestörter Sekretion aufgrund postrenaler Abflußhindernisse oder postoperativer Nierenschäden erscheint mir die Radioisotopennephrographie mit ^{113m}In-Fe-EDTA als eine relativ sichere Methode, eventuelle glomeruläre Partialfunktionseinschränkungen festzustellen (oder auszuschließen).

Eine physiologische Verzögerung des Maximum und Vergrößerung von x_{max} (Höhe des Maximum) kann bei Patienten vorliegen, die nur eine funktionstüchtige Niere besitzen - (11, 16, 53, 51) -. Im Gegensatz zur Radio-Hippurankurve, die bei diesen Fällen manchmal eine verstärkte Sekretion (sw erhöht, t_{max} verkürzt) als kompensatorische Überfunktion anzeigt, kann man das ausgeprägtere Maximum der ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurve nicht mit einer kompensatorischen Überfunktion erklären. Die Filtration läßt sich, wie schon erwähnt, nicht mit einer aktiven (beeinflußbaren) Anreicherung einer radioaktiven Substanz gleichsetzen. Eine einzige Niere benötigt mehr Zeit, um das glomerulär filtrierbare Radiopharmakon zu eliminieren; es handelt sich um eine Art Aktivitätsstau aufgrund des Ausfalls der zweiten Niere.

Eher könnte man die Nieren als kompensatorisch überfunktionierend bezeichnen, die keinerlei Verzögerung und Verdeutlichung des Maximum erkennen lassen - (23, 22, 20, 50) -.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, daß bei allen Patienten mit verzögertem und deutlicherem Maximum die andere Niere erst vor relativ kurzer Zeit ausfiel (stumpfe Bauchverletzung (16), Verletzung bei Uterus-TE (51)), während die Patienten mit unauffälligem ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramm schon seit längerer Zeit nur eine funktionsfähige Niere besitzen (Adaption) - (22, 20) -.

Zur Eliminationsphase läßt sich sagen: Nach 15 Minuten sollten ca. 30 - 50 % des glomerulär filtrierten Stoffes ausgeschieden sein. Beim blutparallelen Aktivitätsabfall sind nach 15 Minuten noch ca. 50 % Aktivität nachweisbar, d.h. der durch Filtration hervorgerufene Aktivitätsabfall über der Niere ist geringer als der blutparallele.

Wenn nach 15 Minuten mehr als 70 % der Initialaktivität nachweisbar sind, befindet sich die Kurve im Grenzbereich des Pathologischen. Die Patienten mit nur einer Niere bilden auch in Bezug auf diesen Wert Ausnahmen. Eine voll funktionsfähige Einzel-

niere, die aufgrund des relativ zu großen Aktivitätsangebotes ein ausgeprägteres Maximum in der Filtrationskurve ausbildet, hat nach 15 Minuten nicht von der Initialaktivität 30 - 50 % eliminiert, sondern von der Maximalaktivität. Ich habe deshalb einen zweiten Eliminationsparameter eingeführt:

m gibt an, wieviel Prozent von der Maximalaktivität nach 15 Minuten nachweisbar sind. Alle Patienten mit nur einer funktionsfähigen Niere eliminieren 30 - 50 % der Maximalaktivität ($m = 62,6 \pm 12,8$), d.h. befinden sich im Bereich des Physiologischen.

Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion - (27, 50, 24, 38, 37) - zeigen in der Eliminationsphase einen sehr abgeflachten Kurvenverlauf (d größer 70 %, D_{15} kleiner 1) ohne vorher ein Maximum auszubilden. Den Extremfall stellen die sog. Isosthenuriekurven dar. Sie entsprechen den Isostheniekurven mit O^{131}Jod-Hippuran und zeigen an, daß nur noch sehr wenige Glomerula funktionsfähig sind, so daß der Aktivitätsspiegel im Blut nur sehr langsam durch Filtration herabgesetzt werden kann.

Patienten mit renalem Hypertonus zeigen dagegen eine unauffällige Ausscheidung bei mehr oder weniger stark verzögertem Maximum - (1, 57, 55) -. Dies entspricht genau dem Verlauf der Sekretionskurve von renalen Hypertonikern, die auch ein verzögertes Maximum aufweist.

8. Schlußfolgerungen

In der konventionellen Radio-Isotopennephrographie ist der gleichzeitige Einsatz von tubulär sezernierten und glomerulär filtrierten Radiopharmaka von begrenztem Wert. Die Gründe für die beschränkte Aussagekraft der "Simultannephrographie" liegen in der rein qualitativen Beurteilbarkeit des Radioisotopennephrogramms, unabhängig von der jeweiligen Bearbeitung des benutzten Radiopharmakons im Nephron.

In der klinischen Nephrologie interessieren aber gerade quantitative Funktionseinbußen der tubulären oder glomerulären Partialfunktion, z.B. im Verlauf von Restnierenschäden bei defektgeheilter chronischer Glomerulonephritis, bei Zustand einer Restnierentuberkulose nach Nephrektomie der kontralateralen und Polresektion der ipsilateralen Niere.

Fragestellungen dieser Art können allein mit den quantitativ-determinierenden renalen Clearancemethoden gelöst werden.

Meine Untersuchungen haben gezeigt, daß die qualitative Beurteilung geschädigter Nieren durch die ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrographie sinnvoll ergänzt werden kann. Die Filtrationskurven mit ^{113m}In-Fe-EDTA lassen sich den Sekretionskurven mit O^{131}JH gut zuordnen. Ein Querschnitt durch das klinische Untersuchungsgut mehrerer Wochen zeigt folgende Ergebnisse:
Von 35 pathologischen ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogrammen stimmen 31 mit den entsprechenden O^{131}JH-Kurven überein (Stauungs-, Isosthenurie-, Nephrektomiekurven und Kurven mit verzögertem Maximum.
Vier ^{113m}In-Fe-EDTA-Kurven sind, im Gegensatz zum normalen O^{131}JH-Nephrogramm, pathologisch verändert, im Sinne einer gestörten glomerulären Partialfunktion (Differentialdiagnose muß klinisch abgeklärt werden) bei normaler tubulärer Sekretion.

12 Patienten mit pathologischer O^{131}JH-Kurve brachten völlig unauffällige Filtrationskurven zur Darstellung. Die klinische

Diagnose schrieb diesen Patienten entweder chronische Pyelonephritiden oder postrenale Abflußhindernisse zu.

Diese Ergebnisse zeigen, daß der fakultative Einsatz des ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrogramms sinnvoll sein kann bei

chronischer Pyelonephritis,
postrenalem Abflußhindernis und
bei Schocknieren nach Operationen oder Nierentransplantationen.

In diesen klinischen Situationen kann das Radio-Hippurannephrogramm pathologisch ausfallen, das ^{113m}In-EDTA-Nephrogramm dagegen normal als Zeichen differentieller Partialfunktionsstörungen. Auch wenn klinische Befunde den Verdacht einer Glomerulonephritis nahelegen, kann das pathologische ^{113m}In-EDTA-Nephrogramm zur Sicherung der Diagnose beitragen. (Eine endgültige Aussage kann in diesem Fall nur der Biopsie zugeschrieben werden.)

Die ^{113m}In-Fe-EDTA-Nephrographie kann also bei bestimmter klinischer Fragestellung wertvolle diagnostische Aussagen zulassen; jedoch sollte sie nur als ergänzende Methode betrachtet werden, die nicht in der Lage ist, die Radio-Hippurannephrographie zu ersetzen.

Literaturverzeichnis

1 KIMMEL, K.H.: Diskussion zum Vortrag Schlungbaum Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung Urban & Schwarzenberg 1956; 150

2 TAPLIN, G.V.: O.M. Meredith; H. Kade; The radioisotperenogram AEC Rept. UCLA Nr. 366, May 1956

3 TAPLIN, G.V.: The radioisotope renogram (an external test for individual kidney function and upper urinary tract patency. J. Lab. Clin. Med. 48, 1956, 886

4 WINTER, C.C.: A clinical study of a new renal function test: the radioactive diodrast renogram. J. Urol. (Baltimore) 76, 1956, 182

5 WINTER, C.C.: Unilateral renal disease and hypertension: use of the radioactive diodrast renogram as a screening test. J. Urol. (Baltimore) 78, 1957, 107

6 WINTER, C.C.: Further experiences with the radioisotope renogram. Amer. J. Roentgenol. 82, 1959, 862

7 TUBIS, M.: Preparation and use of J^{131}-labelled sodium iodohippurate in kidney function tests. Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.) 103, 1960, 497

8 NORDYKE, R.A.: M. Tubis; W.H. Blahd; Simultaneous comparison of individual kidney function using radioiodinated hippuran. Clin. Res. 8, 1960, 116

9 OEFF, K.: H. Göpel; A. Hauge; Zur Methodik der Radioisotopen-Renographie mit ^{131}J-Hippuran. Klin. Wschr. 39, 1961, 1298

10 OEFF, K.: Indikationen und Wert der Radioisotopen-renographie 69. Tagg. Dtsch. Ges. inn. Med. 24.4.1963, Wiesbaden

11 KRUEGER, R.P.: A.P. Sanders; W. de Maria; Analysis of the radio-renogram curve. Amer. J. Roentgenol. 86, 1961, 819

12 Zum WINKEL, K.: J. Becher; K.E. Scheer; Die Isotopennephrographie als diagnostische Methode für den Strahlentherapeuten. Strahlentherapie 116, 1961, 489

13 zum WINKEL, K.: G.Schütterle; K.E. Scheer; Die Isotopennephrographie in der Diagnostik der Nierenkrankheiten. Dtsch. med. Wschr. 86, 1961, 1751

14 zum WINKEL, K.: K.E. Scheer; Das Isotopen-Nephrogramm bei Abflußstörungen an den oberen Harnwegen. Chirurg 31, 1960, 487

15 zum WINKEL, K.: Nierendiagnostik mit Radioisotopen Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1964

16 HAUGE, A.: H. Göpel; K. Oeff; Technik und Ergebnisse der Radioisotopen-Renographie. Urologe 1, 1962, 72

17 FORLAND, M.T.: N. Pulman; The renal excretion of the (EDTA) in dogs. The J. of pharmacology and exp. therapeutics 153, 1966, 142

18 WINTER, C.C.: W.G. Myers; Three new test agents for the radioisotope renogram DISA-J^{131}, EDTA-Cr^{51}, Hippuran-J^{125} J. nucl. Med. 3, 1962, 273

19 BIANCHI, C.: P. Toni; The measurement of the renal clearance of gamma-emitting tracers by the use of external counting. Experentia, Basel 20, 1964, 148

20 HEATH, D.A.: et al. Comparison between Inulin and ^{51}Cr-labelled edetic acid (EDTA) for the measurement of glomerular filtration rate. Lancet II, 1968, 1110

21 AURELL, M.: Renal clearance of ^{51}Cr-EDTA-Complex Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung 8, 1968, 420

22 GARNETT, E.S.: Measurement of glomerular filtration rate in Man, using a ^{51}Cr-Edetic-Acid-Complex. Lancet I, April 15, 1967, 818

23 REBA, R.C.: et al. Indium-113m-DTPA a new radiopharmaceutical for study of the kidneys. Radiology 90, 1968, 147

24 DECKART, H.: H. Herzmann; Nephrographische Beurteilung der glomerulären Nierenpartialfunktion mit ^{131}J-Inulin, ^{131}J-Diatrizoat bzw. ^{58}Co-EDTA Radioakt. Isotope in Klinik und Forschung 8, 1968, 406

25 STERN, H.S.: D.A. Goodwin; In-113m for blood-pool and brain scanning. Nucleonics 25, 1967, 62

26 GOODWIN, D.A.: H.S. Stern; A new radiopharmaceutical for liver scanning Nucleonics 24, 1966, 65

27 HÖR, G: H.W. Pabst; Methodenkritik und Indikationswert der Radioisotopennephrographie im Vergleich zu Standardfunktionstesten. Schweiz. Med. Wschr. 95, 1965, 445

28 HÖR, G.: Radio-Isotopennephrographie in der Urologie Therapeutische Umschau 24, 1967, 408

29 QUINN, J.L.: The accelerated vascular phase of the radioisotope renogram in renovascular hypertension. Americ. J. Roentgenol. 90, 1963, 135

30 BURBANK, M.K.: J.C. Hunt; Radioisotopic renography. Diagnosis of renal arterial disease in hypertensive patients. Circulations 27, 1963, 328

31 DOIG, A,: J.R. Lawrence; T. Philp; 131-J-Hippuran renography in detection of unilateral renal disease in patients with hypertension. Brit. med. J. 1963/I, 500

32 ISLEY, J.K. jr.: W.J. Baylin; A. de Maria; The effects of apprehension on the radioisotope renogram. Americ. J. Roentgenol. 90, 1963, 141

33 PAL, I.: J. Gacs; Klinische Erfahrungen bei Verwendung von In^{115m}. Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung VII, 1967, 63

34 HÖR, G.: U. Haubold; 113m-In-EDTA (Äthylendiamintetraacetat) und Nierenszintigraphie. (Vorläufige Erfahrungen) Klin. Wschr. 47. Jahrgang 10, 1968, 550

35 DECKART, H.: H. Herzmann; ^{51}Cr-DTPA in der Nierendiagnostik Nucl. Med. 1968, 205

Herrn Prof. Dr. K.W. Frey bin ich für die Überlassung des Themas und für die Korrektur der Arbeit zu herzlichstem Dank verpflichtet.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. H.v. Braunbehrens für die Möglichkeit, an seinem Institut experimentell arbeiten zu können.

Besonders möchte ich Herrn Dr. G. Hör für seine freundliche Assistenz und wissenschaftlichen Ratschläge Dank sagen.

Lebenslauf

Ich wurde am 17.12.1945 als Tochter der Eheleute Joachim und Christel Jahnke, geb. Teske, in Medebach, Nordrhein-Westfalen, geboren.

Von 1952 bis 1956 besuchte ich die Volksschule.
Im Juni 1965 legte ich an der Oberrealschule Erding die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1965 begann ich das Medizinstudium in München. Hier bestand ich 1966 das Vorphysikum und 1968 das Physikum. Im August 1971 habe ich in München, nach 11 Semestern, das Medizinstudium mit dem Staatsexamen abgeschlossen.